



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI – UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

**ESTUDO SOBRE A ISOMERIZAÇÃO DE ALFA-ÁCIDOS DE LÚPULO
NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL EM DIFERENTES
CONDIÇÕES DE PROCESSO**

Jonathan Alberto Spies

Lajeado, dezembro de 2018

Jonathan Alberto Spies

**ESTUDO SOBRE A ISOMERIZAÇÃO DE ALFA-ÁCIDOS DE LÚPULO
NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL EM DIFERENTES
CONDIÇÕES DE PROCESSO**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Química, da Universidade do Vale do Taquari – Univates, como exigência para aprovação nesta disciplina e como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Lehn

Lajeado, dezembro de 2018

RESUMO

A cerveja é a bebida alcóolica mais popular e mais antiga consumida pelo homem. É definida como uma bebida alcóolica obtida da fermentação de um mosto de cereais maltados, com ou sem adição de outras matérias-primas como lúpulo, cereais não maltados e aditivos. Após longos anos de dominação de cervejas leves e sem grande apelo sensorial, nos últimos anos o mercado mundial têm-se movimentado com o ressurgimento de estilos de cerveja que ao longo do tempo haviam deixados de ser produzidos. Desta forma, estilos que prezam pela qualidade vêm ganhando espaço dentro de um novo nicho de mercado. Para a produção de cervejas de qualidade faz-se necessária à seleção de matérias-primas de qualidade, quanto a maltes, lúpulos e leveduras. Um dos grandes diferenciais nestes tipos de cervejas é o emprego de maiores quantidades de lúpulo, responsável por conferir amargor e aroma à bebida. Os compostos alfa-ácidos presentes no lúpulo são os principais responsáveis pelas características de amargor de uma cerveja, porém, seus efeitos em relação às características do produto final estão diretamente relacionados à quantidade e à forma como são adicionados ao processo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da isomerização de alfa-ácidos de lúpulo em diferentes condições de tempos de fervura e massas específicas de mostos. Selecionou-se para a realização do trabalho a variedade de lúpulo Galena, e, determinou-se por meio de espectrofotometria sua concentração de alfa-ácidos totais. Preparou-se dois mostos com diferentes massas específicas, 1,030 e 1,040 g/mL, adicionando em ambos a mesma concentração de lúpulo, da variedade Galena, de mesmo lote e safra. O mosto lupulado fora fervido por um período total de 60 minutos, sendo coletadas amostras para determinação de iso-alfa-ácidos, a partir de espectrofotometria, nos períodos de 20, 40 e 60 minutos. Os resultados encontrados mostraram o aumento da concentração de iso-alfa-ácidos e de utilização de alfa-ácidos em função do aumento do tempo de fervura para os dois mostos avaliados. Outro resultado significativo apresentou valores de concentrações de iso-alfa-ácidos e utilização de alfa-ácidos mais elevados para o mosto de menor massa específica, em comparação ao de maior massa específica. Pode-se concluir que as variáveis analisadas interferem diretamente na conversão de alfa-ácidos a iso-alfa-ácidos durante o processo de fervura do mosto, afetando consequentemente as características de amargor do produto final.

Palavras-chave: Iso-alfa-ácidos, mosto, fervura, massa específica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aumento do número de microcervejarias nos Estados Unidos nos últimos dez anos.....	13
Figura 2 – Aumento do número de microcervejarias no Brasil ao longo dos últimos quinze anos.....	14
Figura 3 - Número de microcervejarias por estado brasileiro.....	15
Figura 4 - Fluxograma padrão de produção de cerveja artesanal.....	19
Figura 5 - Rizoma de lúpulo.....	25
Figura 6 - Estrutura para cultivo de lúpulo.....	26
Figura 7 - Plantação de lúpulo.....	27
Figura 8 - Cone de lúpulo.....	27
Figura 9 - Glândulas de lupulina.....	27
Figura 10 - Lúpulo em pellets.....	29
Figura 11 - Mecanismo de isomerização de alfa-ácidos a iso-alfa-ácidos.....	30
Figura 12 - Lúpulo Galena.....	33
Figura 13 - Esquematização da metodologia.....	34
Figura 14 - Mosto 1.....	35
Figura 15 - Fluxograma de produção das amostras.....	35
Figura 16 - Refratômetro.....	37
Figura 17 - Correlações lineares entre as variáveis analisadas para os Mostos 1 e 2.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e massas específicas das formulações para produção dos mostos.....	34
Tabela 2 – Tabela de conversão de graus Brix para massa específica.....	37
Tabela 3 - Resultados das análises da caracterização do lúpulo.....	39
Tabela 4 - Resultados de concentrações de iso-alfa-ácidos dos mostos a 20, 40 e 60 minutos de fervura.....	41
Tabela 5 - Utilização de alfa-ácidos durante processo de fervura do mosto.....	43
Tabela 6 - Correlações de <i>Tinseth</i> para cálculos de amargor.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo geral.....	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Mercado da cerveja artesanal.....	12
2.2 Principais classes de cervejas.....	15
2.3 Matérias-primas.....	16
2.4 Processo de fabricação da cerveja artesanal.....	18
2.5 Lúpulo e alfa-ácidos.....	24
2.5.1 História.....	24
2.5.2 A planta.....	25
2.5.3 Processamento do lúpulo.....	28
2.5.4 Alfa-ácidos.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Material – amostragem.....	33
3.2 Métodos.....	35
3.2.1 Determinação de alfa-ácidos.....	38

3.2.2 Determinação de iso-alfa-ácidos.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Caracterização do lúpulo.....	39
4.2 Concentrações de iso-alfa-ácidos.....	40
4.3 Utilização de alfa-ácidos.....	42
4.4 Degradação de iso-alfa-ácidos.....	44
4.5 Correlações lineares entre as variáveis avaliadas.....	45
5 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	49
ANEXOS.....	52

1 INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas mais populares do planeta, considerada como um elemento de união entre as pessoas, possibilitando momentos de prazer e diversão. Estudos médicos comprovam que o consumo moderado da bebida traz efeitos positivos à saúde (KUNZE, 2006).

Não há certeza sobre onde ou quando foi produzida a primeira cerveja, indícios históricos remetem a mais de nove mil anos, quando nas planícies da Mesopotâmia povos nômades passaram a cultivar e colher espécies de cereais primitivos, os quais, expostos às condições climáticas locais de calor e umidade originaram uma bebida de características específicas, primeira ancestral da cerveja (HAMPSON, 2014). É tida como a bebida alcóolica mais antiga consumida pelo homem (MORADO, 2009).

A partir dos povos Mesopotâmios, atual território Egípcio, a cultura cervejeira passou a expandir-se através da Europa Oriental, chegando posteriormente a Europa Central e Ocidental. Esta expansão deu-se graças aos povos Trácios, os quais dominavam grande parte do território onde hoje se situam países como Bulgária, Romênia, Grécia e Turquia, entre outros, influenciando o desenvolvimento de escolas cervejeiras importantes historicamente como as Germânicas e Celtas (MORADO, 2009).

O desenvolvimento da cultura cervejeira ao redor do mundo está diretamente relacionado à evolução da sociedade humana, tida como alimento familiar, como alternativa

para prevenção de doenças (período da peste negra na Europa) e principalmente como instrumento de desenvolvimento tecnológico, contribuindo para a criação das primeiras microempresas da história como também na geração de empregos (MORADO, 2009).

A cerveja é definida como uma bebida alcóolica obtida da fermentação de um mosto de cereais maltados, com ou sem adição de outras matérias primas como lúpulo, cereais não maltados e aditivos, com teor alcoólico entre 0,5 e 7% ou mais em alguns estilos específicos (DANIELS, 2000).

Nas últimas décadas movimentos de resgate de culturas cervejeiras vem tornando-se comuns ao redor do planeta, tendo como principal expoente os Estados Unidos. No livro “A revolução da cerveja artesanal” o autor Steve Hindy (2014), cofundador da Brooklyn Brewery, microcervejaria de Nova Iorque, conta a história de um grupo de microcervejeiros que a partir dos anos de 1960 transformou e continua transformando a bebida alcóolica mais apreciada no mundo, desenvolvendo cervejas até aquele momento esquecidas e/ou ignoradas pela indústria de cervejas massificadas, conta como em quarenta anos o número de microcervejarias no território americano passou de menos de 10 para mais de 2700. Este movimento com o passar dos anos espalhou-se pelo mundo, hoje empresas com este mesmo perfil se desenvolvem em todos os continentes.

Estas cervejas produzidas por microcervejarias, consideradas artesanais, caracterizam-se por serem bebidas de menor refrescância e maior apelo sensorial, mais encorpadas, por vezes mais alcoólicas e amargas, com características aromáticas bastante específicas, provenientes de matérias primas selecionadas, maltes, lúpulos e leveduras (DANIELS, 2000).

Em pesquisa divulgada pela Associação Brasileira de Cerveja Artesanal em fevereiro de 2018, o país fechou o ano de 2017 com 679 microcervejarias registradas, apresentando um crescimento de 37,7% em relação ao ano anterior. A pesquisa informa ainda que o Rio Grande do Sul é o estado com o maior número de microcervejarias, com 142, seguido por São Paulo com 124, Minas Gerais com 87, Santa Catarina com 78 e Paraná com 67 (ABRACERVA, 2018).

A produção de cervejas artesanais tem início desde a seleção de matérias-primas de qualidade, maltes de cevada, trigo, centeio, em sua maioria evitando o emprego de cereais não malteados como arroz e milho em prol da qualidade de seu produto, acarretando desta forma

maior valor agregado à bebida (DANIELS, 2000). Um dos maiores diferenciais das cervejas artesanais em relação às massificadas está na quantidade de lúpulo ofertado em sua produção, responsável por conferir amargor e aroma à bebida, tornando-se uma ferramenta importante no desenvolvimento de um produto com características únicas (PALMER, 2006).

O lúpulo, *Humulus lupulus*, é uma trepadeira perene, dióica, pertencente ao grupo das urticáceas e à família *Cannabaceae*, suas flores fêmeas apresentam grande quantidade de resinas amargas e óleos essenciais, responsáveis por conferir amargor e aroma à cerveja, possui também propriedades bacteriostáticas, atuando como conservante natural da bebida (VARNAM, SUTHERLAND, 1994). Existem centenas de variedades de lúpulos disponíveis no mercado, e cada uma destas transmite à cerveja características exclusivas, intensidades de amargor e aromas, consequência das variações de composições e concentrações de resinas e óleos essenciais da planta (PALMER, 2006).

As características de amargor conferidas à cerveja pela adição de lúpulo estão relacionadas à concentração de alfa-ácidos da variedade da planta, estes, porém, são insolúveis em água e, precisam ser isomerizados a iso-alfa-ácidos a partir do processo de fervura para que propiciem o amargor desejado à bebida (KUNZE, 2006). Como qualquer reação ou transformação química esta isomerização ocorre em meio a diversas variáveis, como tempo e intensidade de fervura, pH do mosto, massa específica do mosto, entre outras (DANIELS, 2000).

Para que se tenha total controle de processo como também reprodutibilidade (padronização) e estabilidade na qualidade da cerveja produzida, é de fundamental importância o entendimento do processo, conhecendo de que forma as variáveis envolvidas poderão interferir no comportamento da reação ou transformação a ser assistida. Diante do exposto, o controle das etapas do processo produtivo torna-se importante para a obtenção de um produto com características diferenciadas e com um padrão de composição, consequentemente sensorial.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento da isomerização de alfa-ácidos de lúpulo em diferentes tempos de fervura e, massas específicas de mosto.

1.1.2 Objetivos específicos

- Produzir, a partir de uma formulação padrão dois mostos com diferentes massas específicas, adicionando em ambos a mesma concentração da mesma variedade e safra de lúpulo;
- Determinar através de espectrofotometria, a concentração total de alfa-ácidos da variedade de lúpulo utilizada;
- Determinar através de espectrofotometria, a concentração de iso-alfa-ácidos dos mostos lupulados em intervalos de 20, 40 e 60 minutos de fervura;
- Comparar os resultados de concentração de alfa-ácidos totais adicionados ao processo com as concentrações de iso-alfa-ácidos dos mostos nos diferentes períodos de fervura.

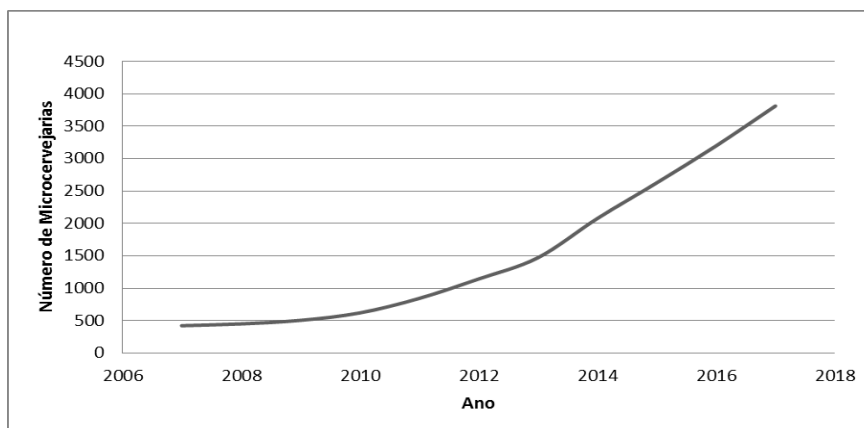
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mercado da cerveja artesanal

Diferente de alguns anos atrás, hoje a oferta de cervejas diferenciadas, com maior apelo sensorial é cada vez maior, cervejas claras, escuras, amargas, suaves, com ou sem adição de especiarias estão cada vez mais à disposição dos consumidores da bebida. Este movimento espalha-se por todos os continentes (GARAVAGLIA, 2017).

Como maior influente para este movimento de expansão do mercado das cervejas artesanais os Estados Unidos são a grande fonte de inspiração para cervejeiros de todo o mundo (OLIVER, 2003). Em terras americanas, o movimento conhecido como “A revolução da cerveja artesanal” teve seu início entre os anos de 1960 e 1970, quando um grupo de cervejeiros decidiu recriar estilos de cervejas que deixaram de ser produzidas ao longo dos anos, buscando qualidade e desafiando as cervejas leves e refrescantes que dominavam o mercado. No ano de 1965 existiam no território americano uma única microcervejaria e 182 cervejarias nacionais e regionais. Dados do ano de 2014 registraram um número de 2700 microcervejarias com o surgimento simultâneo de outras centenas (HINDY, 2014). A Figura 1 apresenta o aumento do número de microcervejarias no território norte-americano ao longo dos últimos dez anos.

Figura 1 – Aumento do número de microcervejarias nos Estados Unidos nos últimos dez anos.

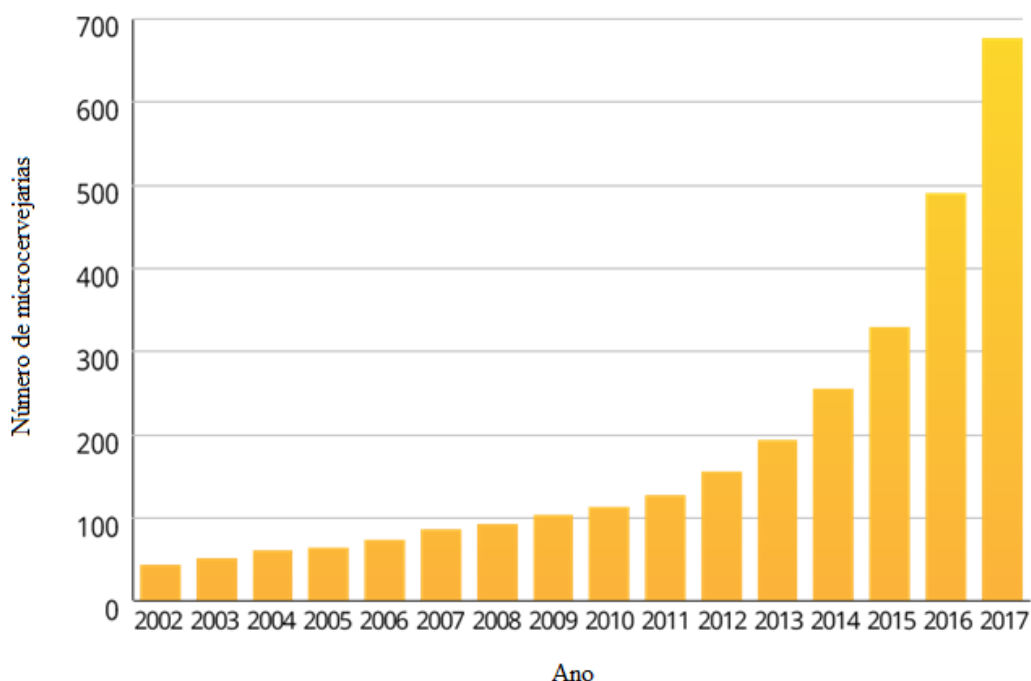


Fonte: Adaptado de Brewers Association (2018)

Dados publicados pela *Brewers Association* (2018) indicam que ao final do ano de 2017 o território americano contava com 6372 microcervejarias, movimentando um valor de 67,8 bilhões de dólares na economia do país e representando valores próximos a 456000 empregos entre diretos e indiretos. Em relação ao ano de 2016, o mercado da cerveja artesanal americano mostrou um crescimento de 5% no volume vendido no ano de 2017.

Esta expansão do mercado da cerveja artesanal é percebida no território brasileiro com maior destaque ao público nos últimos anos, porém, algumas iniciativas já se destacavam entre os anos de 2005 e 2006, quando algumas poucas microcervejarias já buscavam um diferencial, trabalhando com novos estilos ou mesmo ao preocupar-se com a qualidade do produto e com produções regionais (ABRACERVA, 2018). O número de microcervejarias assim como o volume e a variação de estilos de cervejas produzidas no Brasil passou a aumentar com maior intensidade nos últimos seis anos, como é possível observar na Figura 2 (MAPA, 2018).

Figura 2 – Aumento do número de microcervejarias no Brasil ao longo dos últimos quinze anos.

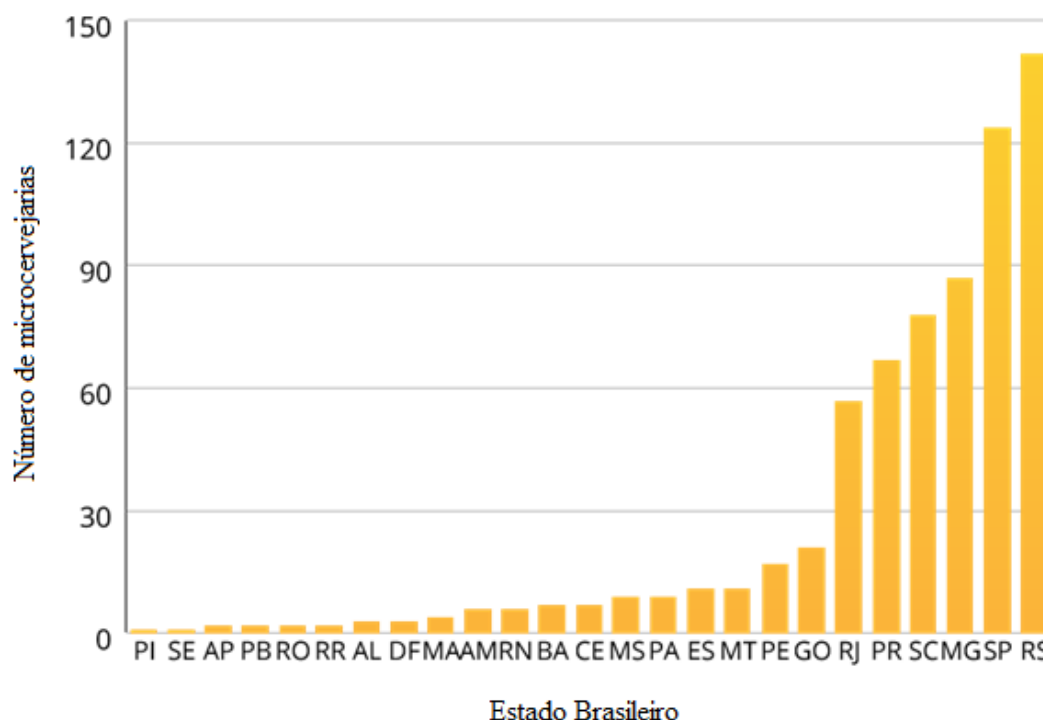


Fonte: MAPA (2018)

A Figura 2 evidencia o crescimento expressivo do número de microcervejarias no território brasileiro, e, como seu ritmo de crescimento mantém-se constante nos últimos anos. Dados divulgados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em janeiro de 2018, indicam o número total de 679 microcervejarias instaladas no Brasil até o final de 2017, indicando ainda o número de 8903 produtos registrados, entre chopes e cervejas.

A Figura 3 mostra a distribuição do número de microcervejarias por estado brasileiro até final do ano de 2017.

Figura 3 – Número de microcervejarias por estado brasileiro.



Fonte: MAPA (2018)

O Rio Grande do Sul se destaca no cenário nacional com 142 microcervejarias, o equivalente a 20,9% do total de estabelecimentos do país, seguido por São Paulo com 124, Minas Gerais com 87 e Santa Catarina com 78 (BRASIL, 2018).

Outro dado importante divulgado pelo MAPA (2018) é a densidade cervejeira, a qual relaciona a distribuição média de habitantes por microcervejarias no estado, neste ponto o estado do Rio Grande do Sul apresenta um valor de 79873 habitantes/microcervejaria, valor bastante inferior a São Paulo, por exemplo, com 363668 habitantes/microcervejaria.

Uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Cerveja Artesanal (ABRACERVA) em 2018 mostra o aumento da geração de empregos do setor no ano de 2017, microcervejarias com menos de 100 funcionários geraram 723 novos empregos no país.

2.2 Principais classes de cervejas

Existem muitos estilos e subestilos de cerveja, cada um apresentando características específicas de acordo com os tipos de maltes, lúpulos, levedura e até mesmo quanto às

características da água empregada. De forma mais ampla, torna-se mais fácil discriminar os estilos de acordo com seu tipo de fermentação, pode-se citar três grandes classes de cervejas; Ales, Lagers e Lambics (PALMER, 2006).

O ponto determinante para diferenciar estas três classes é seu processo de fermentação e a cepa de levedura específica para cada. As cervejas da classe Ale caracterizam-se por fermentações de topo, a levedura atua no topo do volume do fermentador, com temperaturas ideais entre 15 e 25°C. São empregadas leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, produzem cervejas com aromas frutados e condimentados. Dentre esta classe destacam-se estilos como Pale Ale, India Pale Ale, Stout, Saison entre outras. Já as cervejas da classe Lager caracterizam-se por fermentações de fundo, a levedura atua no fundo do volume do fermentador, empregam-se leveduras da espécie *Saccharomyces pastorianus*, com temperaturas ideais entre 9 e 15°C. Cervejas desta classe caracterizam-se por aromas neutros e limpos, além de visual mais clarificado, destacam-se estilos como Pilsner, American Lager, Bock, Dunkel, entre outros (AQUARONE et al., 2013).

Com características bastante específicas e complexas, as cervejas da classe Lambic são específicas de uma região próxima a Bruxelas na Bélgica, sendo sua fermentação processada por leveduras selvagens do próprio ambiente, caracterizam-se por sabores levemente ácidos e aromas altamente frutados (DANIELS, 2000).

Embora existam dezenas de estilos e subestilos de cervejas ao redor do mundo, o mercado mundial é dominado pelos estilos American Lager e Premium Lager, que se caracterizam por serem mais refrescantes, com teores alcoólicos médios ou baixos, baixo amargor e pouco apelo sensorial (MORADO, 2009).

2.3 Matérias-primas

Para a produção de uma cerveja de qualidade, a água é a matéria prima em maior quantidade, representando cerca de 90% da composição da bebida. Para cada 1 litro de cerveja produzida são gastos em média 10 litros de água, e esta deve ser insípida e inodora para não interferir no gosto e no aroma da cerveja produzida, seu pH deve estar entre 5,2 e 8,0 pois nesta faixa as enzimas do malte atuam com maior eficiência (DANIELS, 2000).

A segunda matéria-prima empregada em maior quantidade é o malte, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), “malte é o produto resultante da germinação e posterior dessecação do grão de cevada ou de outros cereais”. O produto é designado simplesmente “malte” quando obtido da cevada, quando obtido de outro cereal, será designado pela palavra “malte” seguido do nome do cereal de origem, como por exemplo, malte de trigo ou malte de centeio (ANVISA, 2009).

Na indústria cervejeira o malte é a principal fonte de amido a ser convertido em açúcares fermentescíveis como maltose e glicose. Estes, serão as bases para a geração de álcool etílico e gás carbônico durante o processo de fermentação. Em média, são necessários cerca de 150 gramas de malte para a produção de um litro de cerveja, esta quantidade pode variar de acordo com o estilo da cerveja a ser produzida (MORADO, 2009).

As características do malte são definidas através do processo de maltagem ao qual o cereal é submetido, variando de acordo com as temperaturas de secagem e torrefação. Os grãos secos a temperaturas mais baixas produzem maltes mais leves, suaves e claros, considerados maltes base, constituintes do maior percentual da formulação. Grãos secos a temperaturas mais elevadas são caramelizados ou cristalizados, originando maltes mais escuros, com aromas diversos, lembrando caramelo, biscoito, chocolate e até mesmo café. A levedura, espécie de fungo unicelular, responsável pela fermentação dos açúcares do mosto cervejeiro extraídos do malte, gerando álcool etílico e gás carbônico, além de outros compostos em menores concentrações, responsáveis por proporcionar características particulares à cerveja (MORADO, 2009).

Dentro do processo cervejeiro as leveduras são separadas em dois grupos, de alta fermentação, onde a cepa empregada é a *Saccharomyces cerevisiae*, a qual atua em temperaturas entre 15 e 25°C, produzindo aromas frutados e condimentados. Ou de baixa fermentação, onde a cepa empregada é a *Saccharomyces pastorianus*, a qual atua em temperaturas entre 9 e 15°C, produzindo aromas mais limpos e neutros (KUNZE, 2006).

Outro componente de extrema importância na composição de uma cerveja é o lúpulo (*Humulus lupulus*), uma planta trepadeira perene, dióica, pertencente à família das urticáceas e *cannabinaceae*. Para a produção da cerveja são empregadas somente as flores das plantas fêmeas por possuírem elevadas concentrações de lupulina, substância encontrada entre as

folhas da flor contendo resinas amargas como alfa e beta-ácidos e óleos essenciais característicos da planta (HIERONYMUS, 2012; AQUARONE, 2013).

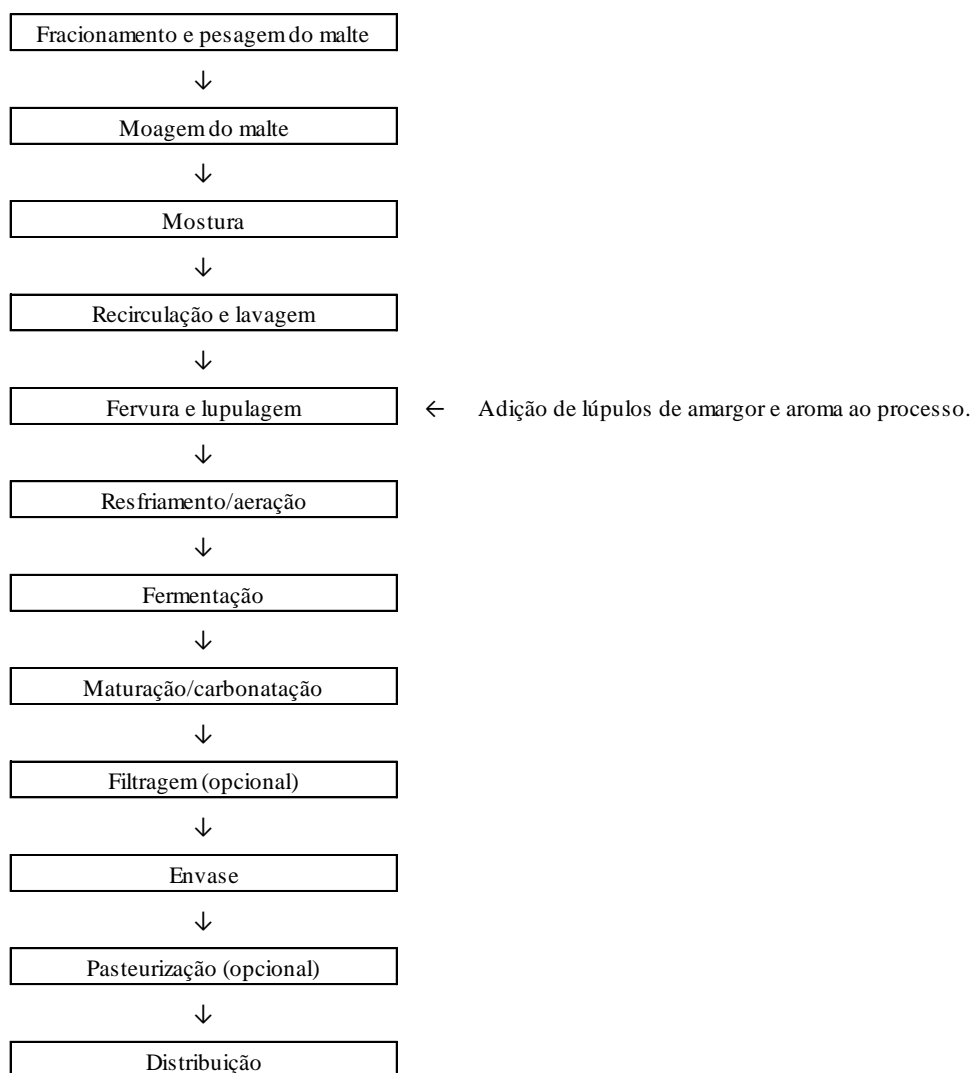
O lúpulo é responsável por conferir as características de amargor, sabor e aroma à cerveja. Relacionados ao amargor estão os alfa-ácidos, quanto maior a concentração destes, mais potente será o amargor transmitido à bebida, porém, esta característica é alcançada somente após a isomerização dos mesmos submetidos ao processo de fervura. Já as características de sabor e aroma estão relacionadas diretamente com os óleos essenciais presentes na flor, estes são em sua maioria hidrocarbonetos da família dos terpenos, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos e álcoois, a composição pode variar de acordo com o local e as condições de plantio, originando assim uma infinidade de diferentes tipos de lúpulo, sendo que cada um poderá acrescentar à cerveja sabores e aromas específicos (HIERONYMUS, 2012).

Para muitos cervejeiros, e, para alguns estilos de cerveja, o lúpulo é considerado a alma de uma formulação, a partir da combinação entre duas, três ou mais espécies torna-se possível elaborar produtos com características tanto de amargor quanto sabor e aroma bastante peculiares, transmitindo para a bebida uma “personalidade própria e marcante”. As características sensoriais transmitidas a partir do lúpulo representam também um dos principais diferenciais entre as cervejas populares ou massificadas em comparação às cervejas artesanais. Para a produção de uma cerveja popular é característica a adição de em média 0,2 a 0,3 gramas por litro de cerveja, para uma cerveja artesanal do estilo India Pale Ale, por exemplo, este valor pode chegar a 6 gramas por litro de cerveja (OLIVER, 2003).

2.4 Processo de fabricação da cerveja artesanal

Embora existam diversas famílias, estilos e subestilos de cervejas, o processo produtivo segue um padrão comum para todos, iniciando com a seleção, fracionamento do malte, mostura, recirculação/lavagem, fervura/lupulagem, resfriamento, fermentação, maturação, filtragem (opcional) e envase, conforme o fluxograma da Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma padrão de produção de cerveja artesanal.



Fonte: Adaptado de Aquarone (2013).

O processo produtivo de qualquer cerveja inicia a partir da seleção e fracionamento dos maltes a serem adicionados ao processo, os quais são moídos de maneira que apenas sua casca seja quebrada, permitindo o contato do seu conteúdo interno com o meio, o principal motivo para não realizar uma moagem excessiva é o fato de que na sequência do processo a casca do grão será utilizada como elemento filtrante, assim, quanto menor o tamanho da casca maior a dificuldade de filtragem (AQUARONE et al., 2013).

A etapa seguinte, chamada de mostura consiste na mistura dos maltes previamente moídos com água. A partir do contato com a água, o amido contido no interior do grão de malte é solubilizado, e, em pH e temperatura específicos, as enzimas do próprio grão, alfa e beta amilases fazem sua hidrólise, convertendo-o em açúcares fermentescíveis com menor

tamanho molecular, originando assim uma solução açucarada chamado de mosto (ROSA et al., 2015). Neste processo são ainda extraídos do malte compostos solúveis como dextrinas (açúcares com longas cadeias moleculares, não fermentescíveis), compostos minerais e albuminóides. Na mostura definem-se algumas das principais características do produto final, como teor alcoólico, corpo, cor e até mesmo formação e retenção da espuma, todas determinadas de acordo com a quantidade e tipos de maltes empregados e/ou pelas temperaturas e tempos de processo (KUNZE, 2006).

O mosto açucarado originado durante a mostura precisa na sequência do processo ser filtrado, esta etapa tem como objetivo a separação do mosto líquido do bagaço de malte. No processo da cerveja artesanal a filtração é realizada em tina de clarificação, a qual recebe todo o volume de mostura, mosto líquido mais bagaço, a parte inferior desta tina possui uma espécie de fundo falso perfurado, semelhante a uma peneira, com orifícios pequenos o suficiente para reter a casca do grão, permitindo ao mesmo tempo a passagem do líquido açucarado. Sem agitação mecânica, o bagaço decanta sobre o fundo falso formando uma espécie de filtro natural, responsável pela filtração do mosto líquido. O líquido percola através do bagaço, onde sólidos em suspensão são retidos e deposita-se no fundo da tina, abaixo do fundo falso (MORADO, 2009; KUNZE, 2006).

O volume inicial filtrado é recirculado através da tina de clarificação até o momento em que se apresente visualmente limpo, sem a presença de sólidos em suspensão, a partir deste momento inicia-se a lavagem, adiciona-se água a temperaturas específicas, determinadas pelo processo, sobre o bagaço com o objetivo de extrair açúcares fermentescíveis ainda retidos nas cascas. O controle da temperatura da água de lavagem é de extrema importância, de modo que temperaturas muito elevadas podem vir a extrair polifenóis em excesso, os quais poderão proporcionar sabores e turbidez indesejada à cerveja, ao mesmo tempo, temperaturas muito baixas dificultarão a extração dos açúcares ainda retidos no bagaço de malte (AQUARONE, 2013; KUNZE, 2006).

Todo o mosto açucarado resultante após a filtragem é transferido para uma nova tina, na qual ocorrerão os processos de fervura e lupulagem. O processo de fervura pode durar entre 60 e 120 minutos, variando de acordo com o estilo de cerveja. Tem como objetivos a esterilização do mosto, eliminando microrganismos patogênicos, a estabilização coloidal do mosto, a partir da coagulação de proteínas solúveis, e, a eliminação de compostos voláteis indesejados, os quais poderiam interferir negativamente no aroma do produto final, aromas

semelhantes a legumes cozidos. Por este motivo torna-se importante um bom sistema de exaustão para o processo, evitando que ocorra a condensação de tais compostos, possibilitando seu retorno ao mosto (KUNZE, 2006; DANIELS, 2000).

Juntamente com o processo de fervura ocorre também a lupulagem, adição de lúpulo ao mosto. O lúpulo, responsável por conferir amargor e aroma à cerveja é adicionado dentro de um processo padrão em dois ou três momentos durante o tempo de fervura, adições ao início da fervura tem como objetivo o amargor, para tal os alfa-ácidos presentes na resina componente do lúpulo precisam ser convertidos a iso-alfa-ácidos, para que isso ocorra necessitam ser submetidos à fervura intensa. Adições intermediárias de lúpulo podem ainda contribuir relativamente para o amargor, porém, propiciam maior influência em relação ao sabor. Adições tardias, ou seja, próximas ao final da fervura ou mesmo após a fervura, são responsáveis pelo aroma da bebida, proveniente dos óleos essenciais componentes do lúpulo, os quais são altamente voláteis, assim, quanto menor seu tempo de exposição a elevadas temperaturas, melhores serão seus resultados em relação ao aroma (HIERONYMUS, 2012).

Ao final dos processos de fervura e lupulagem torna-se necessário remover os resíduos de lúpulo e de material proteico, dentro do processo artesanal o método mais utilizado é a sedimentação. O método denominado *whirlpool*, consiste na aplicação de uma força centrípeta em relação ao volume total da tina de fervura, seguido de um razoável intervalo de tempo em descanso, o que faz com que todo o resíduo, denominado como *trub* aglutine-se e deposite-se no centro da tina. A remoção do trub tem grande importância para a obtenção de boas características em relação a brilho e suavização do sabor da cerveja (KUNZE, 2006; DANIELS, 2000).

Após fervura e lupulagem o mosto deve ser transferido para o processo de fermentação, porém, durante essa transferência é necessário seu resfriamento até a temperatura ideal de fermentação, a grande maioria das microcervejarias utiliza para este processo trocadores de calor de placas, em função de sua alta eficiência de troca térmica e sua facilidade de sanitização. Para o resfriamento, fluem em contracorrente, separados através de placas de aço inoxidável, o mosto quente e o fluido refrigerante, composto por uma mistura de água com etileno glicol ou etanol. A temperatura na saída do trocador de calor varia de acordo com a temperatura de fermentação da cerveja a ser produzida, mantendo-se entre 10 e 20°C em média, considerando que a temperatura de entrada no trocador de calor situa-se entre 85 e

95°C. O resfriamento do mosto deve ser rápido, evitando a formação de aromas indesejáveis e contaminação a partir de microrganismos do ambiente. (MORADO, 2009; PALMER, 2006).

Ainda antes de ser adicionado ao fermentador é realizada a aeração do mosto, adiciona-se oxigênio ao mosto com o objetivo de acelerar e facilitar a multiplicação celular da levedura durante os momentos iniciais da fermentação. A aeração é necessária tendo em vista que ao final da fervura a concentração de oxigênio no mosto é muito baixa (PALMER, 2006).

A fermentação é o processo responsável por transformar o mosto açucarado em cerveja, neste processo ocorre por ação de leveduras selecionadas a transformação dos açúcares fermentescíveis em etanol e dióxido de carbono, sendo o gás descartado no topo do tanque. Além destes, vários outros subprodutos são gerados nesta etapa, alguns desejáveis outros nem tanto, álcoois superiores e ésteres podem contribuir de maneira positiva para as características sensoriais da bebida, enquanto aldeídos, compostos de enxofre como o sulfeto de dimetila e o sulfeto de hidrogênio são extremamente prejudiciais, sendo considerados defeitos de fabricação. Outro composto extremamente indesejável é o diacetil, formado durante o processo gera um aroma semelhante à manteiga rançosa, é formado durante o auge do processo fermentativo, porém, a partir de processos bem controlados pode ser reincorporado pela própria levedura como fonte de energia para seu metabolismo celular, fazendo que seja eliminado (WHITE et al, 2010).

O bom andamento do processo de fermentação está diretamente relacionado ao controle eficiente de temperatura e aos cuidados com sanitização, evitando qualquer contaminação por microrganismos do ambiente. A temperatura de fermentação está relacionada ao estilo de cerveja a ser produzida e à temperatura ideal de atuação da cepa de levedura a ser utilizada, cervejas da família Lager fermentam em temperaturas entre 10 e 15°C, enquanto cervejas da família Ale fermentam em temperaturas entre 17 e 22°C em média (WHITE et al., 2010).

Ao final da fermentação a levedura tende a decantar no fundo do fermentador, tal característica pode variar de acordo com a cepa trabalhada, formando uma massa semelhante a um lodo, sua capacidade de decantação pode ser incrementada a partir da redução da temperatura do fermentador a faixas entre 0 e 5°C, clarificando desta forma a cerveja. O lodo biológico de levedura pode desta forma ser purgado pelo fundo do tanque fermentador (WHITE et al., 2010).

Depois de concluída a fermentação e realizado o descarte do lodo de levedura, inicia-se a maturação, processo realizado em temperaturas inferiores às de fermentação, considerada por muitos como o “afinamento da cerveja”. Nesta etapa acontecem reações físico-químicas que transformam o aspecto visual e produzem sabores e aromas característicos à bebida. A temperatura de maturação pode variar entre 0 e 10°C, dependendo do estilo de cerveja a ser produzido, já em relação ao tempo, microcervejarias trabalham com períodos entre um mínimo de 14 dias que podem chegar à meses. É também durante a maturação que muitos cervejeiros fazem a adição de especiarias à bebida, buscando por características sensoriais diferenciadas ao seu produto. A baixa temperatura promove a precipitação de células de levedura, materiais proteicos e polifenóis em suspensão, contribuindo para a clarificação da cerveja (WHITE et al., 2010; MORADO, 2009).

Depois de maturada a cerveja é submetida ao processo de filtração, com o objetivo de eliminar leveduras em suspensão, consequentemente clarificando e propiciando um translúcido à bebida. O método mais usado é a filtração com terra diatomácea ou diatomita, um mineral de origem sedimentar rico em sílica, constituído por carapaças de minúsculas algas. A diatomita é dosada de acordo com o volume de cerveja a ser filtrada, é depositada sobre uma superfície metálica, formando uma camada filtrante capaz de reter qualquer sólido em suspensão presente na bebida. Em algumas microcervejarias é comum o processo de centrifugação para remover materiais em suspensão (PALMER, 2006).

Há, porém alguns estilos de cervejas as quais tradicionalmente não são filtradas nem centrifugadas, como cervejas de trigo entre outras da classe Ale, para que determinadas leveduras ainda sejam mantidas na bebida depois de envasada, propiciando características sensoriais peculiares ao produto final (MORADO, 2009).

A cerveja filtrada é armazenada em tanques de condicionamento, onde então é submetida ao processo de carbonatação. Nesta etapa é feita adição de dióxido de carbono (CO₂), através da contrapressão do tanque, o gás é incorporado à bebida até atingir a concentração ideal para o envase, a temperatura durante este processo é mantida próxima a 0°C para conservação do produto como também para facilitar a incorporação do gás (KUNZE, 2006).

Depois de carbonatada a bebida é então envasada, neste processo existem três possibilidades, envase em garrafas, em latas ou ainda barris. As três formas de envase

demandam os mesmos cuidados quanto à sanitização, e é de suma importância a limpeza dos recipientes como também a eliminação de todo o oxigênio em seu interior, buscando evitar desta forma qualquer contaminação por microrganismos indesejáveis como também o surgimento de defeitos à bebida provocados por oxidação (KUNZE, 2006).

Para garantir maior tempo de prateleira, aumentando a validade do produto, após envasada a cerveja é submetida ao processo de pasteurização, o qual consiste em submeter à bebida já envasada a temperaturas próximas aos 60°C por um curto período de tempo, eliminando desta forma microrganismos e evitando sua contaminação, o que poderia interferir negativamente no sabor da cerveja (PALMER, 2006). Muitos críticos da pasteurização afirmam que esta etapa pode interferir na qualidade do produto final, conferindo a cerveja uma adstringência indesejada, gerando aroma “caramelado” e reduzindo a percepção dos seus aromas específicos (MORADO, 2009).

Diferentemente de garrafas e latas, os barris depois de envasados não são submetidos à pasteurização, são armazenados em câmaras frias a temperaturas entre 0 e 4°C para conservação da bebida até sua destinação ao consumidor final, que por não serem pasteurizados possuem um período de validade inferior as latas e garrafas (PALMER, 2006).

2.5 Lúpulo e alfa-ácidos

2.5.1 História

O lúpulo é uma planta pertencente à família *Cannabinaceae*, do gênero *Humulus* e da espécie *Humulus lupulus*. Segundo dados históricos fora documentado pela primeira vez entre os anos de 23 e 79 d.C. no Império Romano pelo autor Plínio, o Velho (*Pliny the Elder*), que o catalogou como *Lupus salictarius* e o mencionou em seu livro como “lobo dos arbustos”, Pliny the Younger, seu sobrinho, anos mais tarde continuou seus estudos sobre a planta (WECKL, 2014).

De acordo com a história, a planta de lúpulo foi cultivada pela primeira vez no ano de 736 d.C. na região de Hallertau na Alemanha, e o primeiro registro de sua utilização na produção de cerveja aparece no livro *Physica sive Subtilitatum*, da monja beneditina alemã Hildegard von Bingen (1098-1179). Seu emprego na produção de cerveja iniciou no final do século IX em monastérios e pequenas produções, passando a popularizar-se com o tempo.

Apesar do amargor pronunciado, seu maior benefício inicial estava relacionado à sua propriedade conservante, aumentando a estabilidade biológica da bebida (MORADO, 2009).

Com a propagação da cultura da adição de lúpulo à cerveja, criaram-se regiões importantes no cultivo da planta, como a já citada região de Hallertau, Tett nang, Spalt, entre outras na Alemanha, a região de Saaz na República Tcheca, como também as regiões de Kent e Herefordshire na Inglaterra (KUNZE, 2006).

2.5.2 A planta

Entre o gênero *Humulus* estão as espécies *Humulus japonicus*, *Humulus yunnanensis* e a *Humulus lupulus*, porém, somente a última possui as características necessárias para utilização no processo cervejeiro (MARCOS, 2011).

O *Humulus lupulus* trata-se de uma planta trepadeira, capaz de alcançar alturas próximas aos sete metros, dióica, ou seja, existem plantas macho e fêmeas, porém, somente as fêmeas são utilizadas para produção de cerveja, devido a sua elevada concentração de alfa e beta-ácidos e óleos essenciais. É cultivado através de “brotos” conhecidos como rizomas, ilustrado na Figura 5 cuja vida média útil atinge entre 12 e 15 anos (HIERONYMUS, 2012).

Figura 5 – Rizoma de lúpulo.



Fonte: Marcos (2011)

Para o cultivo do lúpulo é necessária a instalação de uma espécie de “cerca de arame”, sobre a qual a planta se desenvolverá verticalmente. Geralmente a construção deste suporte respeita padrões similares, composta por uma rede reticular de arames galvanizados presos por postes de madeira, sendo a distância entre os postes entre 10 e 12 metros. Entre cada duas linhas de postes, existem três linhas de plantas e duas faixas abertas chamadas de “ruas”, pelas

quais é realizada a colheita. A estrutura necessária para o cultivo adequado do lúpulo pode ser observada na Figura 6 (MARCOS, 2011).

Figura 6 – Estrutura para cultivo de lúpulo.



Fonte: Marcos (2011)

O lúpulo é uma planta típica do hemisfério norte, mais especificamente entre latitudes de 30° e 52°, para seu desenvolvimento pleno necessita de condições específicas, entre elas, período de 120 dias para seu crescimento e desenvolvimento sem geadas ou neve, local que permita receber luz solar por aproximadamente 15 horas por dia, um período de seis a oito semanas de descanso/dormência em temperaturas abaixo de 4,4°C, pH do solo entre 6,0 e 6,5. Nos países do hemisfério norte o cultivo da planta sob a forma de rizoma inicia-se geralmente entre o final do mês de março e o início de abril, já a sua colheita em média se dá próximo aos meses de maio e junho (HIERONYMUS, 2012). O aspecto da planta no local de cultivo é mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Plantação de lúpulo.



Fonte: Marcos (2011)

Após a colheita das plantas de lúpulo, o objeto de maior interesse é a sua flor, com folhas semelhantes a folhas de uva e um cone com tamanho entre 3 e 5 cm que lembra uma pinha em miniatura (Figura 8). Na base das pétalas destes cones se encontra uma espécie de glândula de coloração amarela (Figura 9) contendo a lupulina, a qual armazena as resinas (alfa e beta-ácidos) e os óleos essenciais da planta, responsáveis por conferir à cerveja as características desejadas quanto a amargor, sabor e aroma (AQUARONE, 2003; PALMER, 2006).

Figura 8 – Cone de lúpulo.



Fonte: Hieronymus (2012)

Figura 9 – Glândulas de lupulina.



Fonte: Palmer (2006)

A colheita consiste em cortar a planta a uma altura de aproximadamente 30 cm do solo, com as flores apresentando teor de umidade entre 75 e 85%, fator importante de controle para garantir a viabilidade no processamento do produto (MARCOS, 2011).

2.5.3 Processamento do lúpulo

Após a colheita, com o objetivo de evitar o início de processos de fermentação e/ou oxidação da planta, esta é submetida a um processo mecânico responsável por separar suas flores do restante de seu material vegetal (HIERONYMUS, 2012).

Depois de extraídas, as flores de lúpulo são submetidas a um processo de secagem, o qual tem por objetivo facilitar sua conservação, diminuindo os riscos de deterioração, e prepará-la para os posteriores processos de transformação. Nesta etapa, em sua maioria realizada por meio de secadores de bandeja, a umidade da flor é reduzida até valores entre 9 e 11%. Durante a secagem ocorrem transformações físico-químicas nas flores, entre as principais sua descoloração e perda de textura, como também a perda de parte de compostos voláteis, principalmente de óleos essenciais. A precisão no controle do processo é de extrema importância para evitar grandes prejuízos referentes às características do produto (MARCOS, 2011).

Para garantir a uniformidade da umidade, após a secagem as flores passam por um período de acondicionamento por um determinado período de horas, neste momento a umidade é reduzida até a faixa entre 7 e 8% e atinge o equilíbrio ao longo do volume das flores (KUNZE, 2006).

O lúpulo pode ser comercializado em três diferentes formas, de forma natural, em *pellets* ou como extrato. Sob a forma natural, as folhas e cones são envasados em volumes de 35 a 40 kg e prensadas, removendo o excesso de oxigênio. Para sua conservação deve ser mantido refrigerado, ainda assim deve ser consumido no processo cervejeiro o mais rápido possível. A técnica de obtenção de extratos de lúpulo é comum desde o ano de 1960, quando inicialmente os compostos da flor eram extraídos por meio de destilação a vapor, devido à percepção de características negativas em relação ao sabor, com o passar do tempo um novo método, a partir de extração por dióxido de carbono líquido, passou a ser o mais empregado.

O extraído é concentrado por evaporação e posteriormente destinado à indústria cervejeira (KUNZE, 2006).

A forma mais empregada na comercialização de lúpulo é em *pellets*, para a obtenção destes, as flores de lúpulo após secas e acondicionadas são moídas e peneiradas, originando uma “farinha”, esta é então prensada em moldes cilíndricos. Os *pellets*, mostrados na Figura 10 são acondicionados em embalagens específicas sob vácuo para evitar sua oxidação e alteração de suas características essenciais ao longo do tempo, devem ainda ser conservados sob refrigeração até sua utilização. O lúpulo em forma de *pellets* possui como principais vantagens em relação a sua forma natural, a redução do seu volume, facilitando o transporte e estocagem como também o fato de ser um produto concentrado, possibilitando que se reduza a quantidade ofertada ao processo de produção de cerveja para a obtenção das características desejadas (HIERONYMUS, 2012; KUNZE, 2006).

Figura 10 – Lúpulo em pellets.



Fonte: Hieronymus (2012)

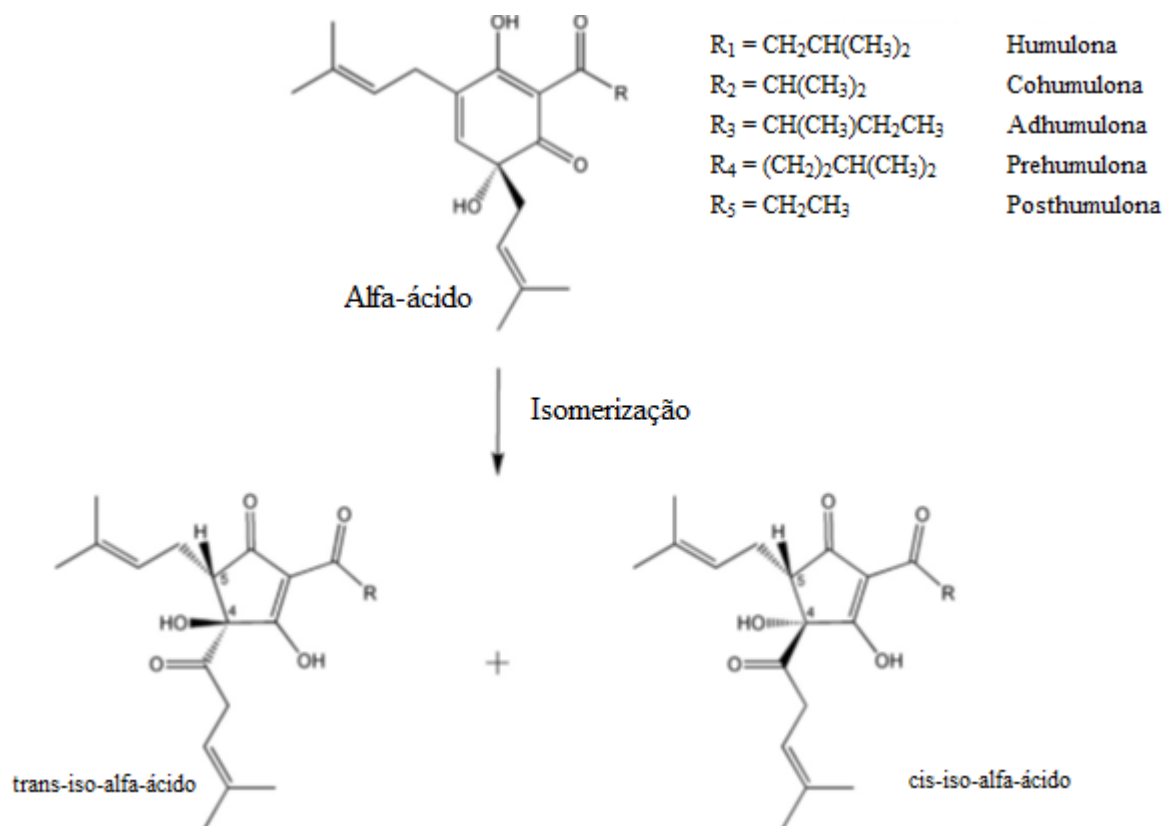
2.5.4 Alfa-ácidos

A lupulina é a glândula responsável pela produção dos principais compostos relacionados às características amargas, de sabor e aroma do lúpulo, entre eles os alfa-ácidos. Representam um grupo de compostos quimicamente semelhantes, principais responsáveis por conferir o amargor durante o processo de fabricação de uma cerveja, a composição e a concentração destes compostos é variável de acordo com a variedade do produto (ELENA et al., 2008).

Em matéria seca, os alfa-ácidos podem representar entre 2 e 15% do peso de uma amostra de lúpulo. Entre os principais componentes dos alfa-ácidos estão a adhumulona, cohumulona, humulona, prehumulona e posthumulona, com maior destaque para a primeira, podendo representar valores de até 15% e a cohumulona e a humulona, as quais podem alcançar concentrações entre 20 e 50% do total de ácidos. Os compostos apresentam a mesma estrutura química, diferenciando-se apenas nos seus radicais (CABALLERO et al., 2012).

Alfa-ácidos possuem baixa solubilidade em água, e, ao serem parcialmente dissolvidos não revelam sabor amargo algum. O sabor amargo é originado após a isomerização dos ácidos humulona, cohumulona e adhumulona durante o processo de fervura do mosto, processo intermediário do processo de produção de cerveja, transformando-se em isohumulona, isocohumulona e isoadhumulona através do mecanismo mostrado na Figura 11 (CABALLERO et al., 2012).

Figura 11 – Mecanismo de isomerização de alfa-ácidos a iso-alfa-ácidos.



Fonte: Adaptado de Caballero (2012)

Cada iso-alfa-ácido origina dois modelos de iso-alfa-ácido, um modelo *trans* e um modelo *cis*, os quais se distinguem em função do arranjo espacial de sua função álcool terciário localizado em C4 e em função do formato da cadeia lateral prenyl. A cinética de formação dos compostos iso-alfa-ácidos corresponde a uma reação de primeira ordem, onde a taxa de formação do modelo *cis* é sempre superior a taxa de formação do modelo *trans*, principalmente à temperaturas entre 90 e 100°. Esta diferença está relacionada à demanda de energia requerida para a formação de cada um dos modelos (JASKULA, 2007).

A intensidade do amargor de uma cerveja está diretamente relacionado com o grau de isomerização dos alfa-ácidos durante o processo de fervura, e, é intensificado com o aumento do tempo e da temperatura do processo (DYBOWSKI, 2015). A sensação de amargor transmitida por uma cerveja pode ser percebida de diferentes formas e intensidades de uma pessoa para outra, de acordo com sua percepção e a memória sensorial. Além disso, a própria “doçura” da bebida, relacionada à concentração de açúcares fermentescíveis e não fermentescíveis provenientes do malte é responsável por balancear a intensidade de percepção do amargor. Desta forma, o método mais empregado para determinar o amargor real de uma cerveja é a partir da determinação do seu *International Bitterness Units* (IBU), técnica oficial adotada pelas convenções europeias e norte-americanas de cervejeiros. A medida de IBU indica a concentração exata em miligramas por litro de cerveja de iso-alfa-ácidos, consequentes da isomerização dos alfa-ácidos presentes no lúpulo utilizado para a produção da bebida. A determinação da concentração de iso-alfa-ácidos pode ser realizada por meio de técnicas de espectrofotometria ou cromatografia (DA SILVA et al., 2008).

Da Silva e Faria (2008) avaliaram e compararam o amargor de diferentes tipos de cervejas, entre marcas brasileiras e norte-americanas, determinando seus valores de IBU a partir da técnica de espectrofotometria, através de extração por isooctano e leitura em comprimento de onda de 275 nanômetros, e, a composição de iso alfa-ácidos por meio de cromatografia líquida de alta eficiência. Foram analisadas cervejas dos estilos India Pale Ale, características por seu maior sensorial amargo, Lagers e Pilsners. Os resultados mostraram que conforme o esperado, as cervejas do estilo India Pale Ale apresentaram valores superiores de IBU em comparação as demais. Além deste, outro resultado interessante revelou que os compostos *cis* de isohumulona e isocohumulona contribuem de forma mais significativa nos valores totais de iso-alfa-ácidos em comparação aos compostos *trans*.

Huang, Tippmann e Becker (2013) avaliaram o comportamento cinético dos alfa-ácidos do lúpulo em diferentes condições de pH (4,5 e 6,5), diferentes temperaturas de fervura, entre 90 e 130°, e, diferentes tempos de fervura, entre 0 e 360 minutos. De acordo com o estudo, o aumento do pH do mosto reduz a energia de reação, potencializando a isomerização, em relação à temperatura. O trabalho mostrou que com o aumento do tempo de fervura ocorre a redução da concentração de alfa-ácidos e aumento na concentração de iso alfa-ácidos até o instante de 180 minutos de processo, quando houve estabilização em ambas as concentrações. O resultado quanto à avaliação da temperatura do processo revelou que a temperatura mais elevada acelera a isomerização dos alfa-ácidos, com 30 minutos de fervura a 120°C o ponto de equilíbrio entre as concentrações de alfa e iso alfa-ácidos foi alcançado, enquanto em temperatura de 100°C este ponto foi atingido somente após 180 minutos de fervura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material - amostragem

Para a realização do trabalho foi utilizada a variedade de lúpulo Galena (Figura 12) na forma de *pellets* T 90, safra 2016, lote 3035, com validade prevista para março de 2020, produzido pela empresa norte-americana *Barth Hass Group*. Os dados do produto indicavam uma concentração de 12,5% em massa de alfa-ácidos totais.

Figura 12 – Lúpulo Galena.



Fonte: Do Autor (2018)

A partir de uma formulação base, utilizando água e malte de cevada do tipo Pilsen, foram produzidos 10 litros de dois mostos com diferentes massas específicas. As formulações estão descritas na Tabela 1.

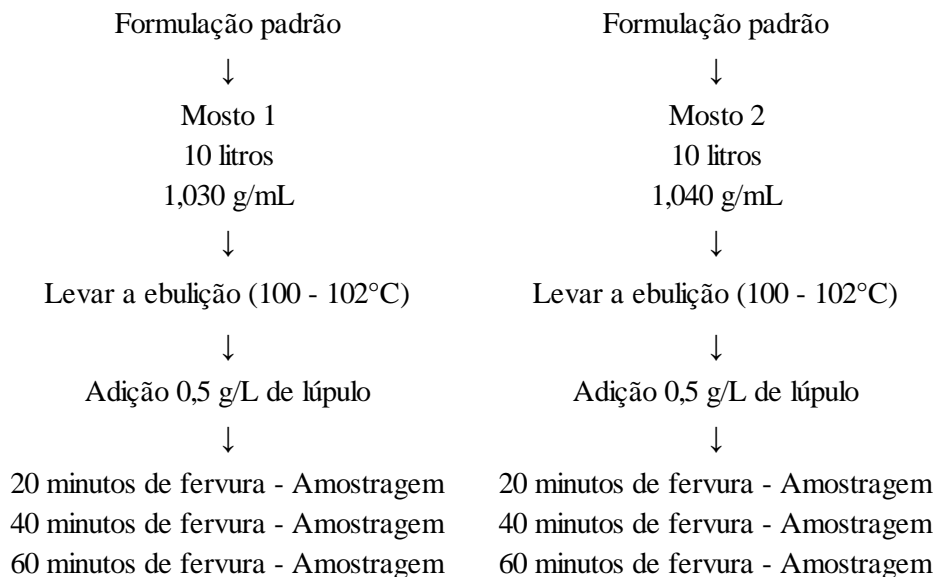
Tabela 1 – Composição e massas específicas das formulações para produção dos mostos.

Matérias-primas	Mosto 1	Mosto 2
Volume total de água (L)	20,00	24,00
Malte Pilsen (kg)	1,60	1,80
Massa específica (g/mL)	1,030	1,040

Fonte: Do autor (2018)

A Figura 13 mostra de forma resumida a preparação das amostras de mostos lupulados e os momentos de coleta das amostras para posterior determinação de concentração de iso-alfa-ácidos.

Figura 13 – Esquematização da metodologia.



Fonte: Do autor (2018)

A Figura 14 mostra uma imagem do Mosto 1 no momento de início do processo de fervura.

Figura 14 – Mosto 1.

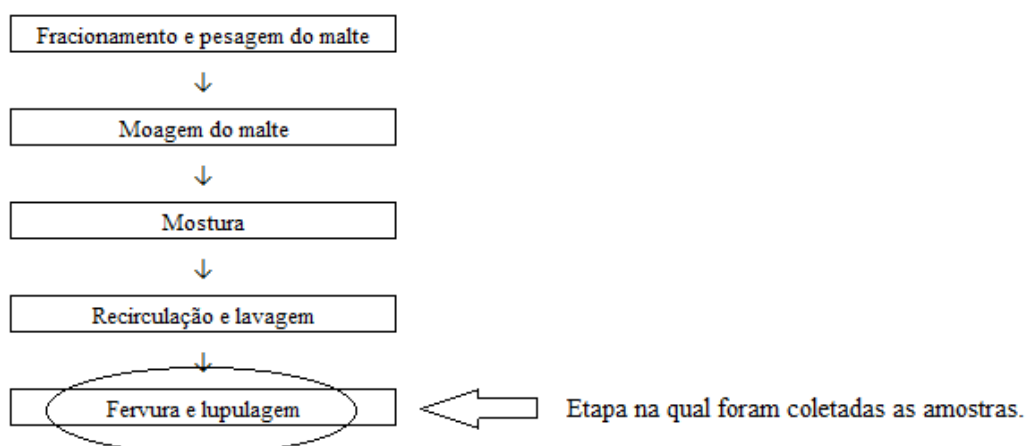


Fonte: Do Autor (2018)

3.2 Métodos

O objetivo do trabalho foi verificar e avaliar o comportamento da isomerização dos alfa-ácidos do lúpulo durante o processo de fervura do mosto, etapa intermediária do processo completo da produção de cerveja, considerando que durante as etapas posteriores da produção possam ocorrer perdas de compostos iso-alfa-ácidos devido à sua degradação. A metodologia compreendeu apenas as etapas de fracionamento e pesagem do malte, moagem do malte, mostura, recirculação/lavagem e fervura/lupulagem, conforme a Figura 15.

Figura 15 – Fluxograma de produção dos mostos.



Fonte: Do autor (2018)

A sequência de processo para os dois mostos seguiu exatamente o mesmo fluxo.

O procedimento teve início com o fracionamento e pesagem das massas totais de malte necessárias para a produção de cada mosto, a diferença de massa para cada mosto se deve à variação entre as massas específicas a serem avaliadas, ou seja, a concentração de açúcares do mosto. Utilizou-se somente malte Pilsen para produção das amostras, por ser um malte base, não apresenta grandes alterações biológicas em consequência do seu processo de malteação, proporcionando menor interferência nos resultados devido à baixa extração de açúcares não fermentescíveis.

As massas de malte foram moídas a partir de um moedor de cereais de discos manual da marca Guzzo (Brasil), com o objetivo de quebrar a casca dos grãos e expor seu amido. A moagem fora controlada de forma que a casca do grão se mantivesse o mais intacta possível, com comprimento não inferior a 3 mm e largura não inferior a 2 mm, considerando que a própria casca servira como elemento filtrante na etapa posterior do processo.

No processo de mostura, todo o conteúdo resultante da moagem, pó e casca, fora adicionado com água, em uma proporção de três litros de água para cada quilograma de malte em uma tina de mistura. A mistura foi aquecida e mantida à temperatura de 50°C sob agitação lenta durante 10 minutos, após, aquecida até a temperatura de 66°C e mantida sob agitação lenta durante 60 minutos. Após este período, verificou-se a conversão dos amidos extraídos do malte em açúcares utilizando solução de iodo 1%. Concluída a conversão, aqueceu-se a mistura até 75°C sob agitação lenta durante 10 minutos para a inativação enzimática.

Encerrado o processo de mostura, toda a mistura foi transferida para uma nova tina contendo em seu fundo uma peneira com malha de abertura de 1 mm, sobre a qual ficara retido todo o bagaço de malte, deixando escorrer o líquido açucarado, chamado de mosto. O mosto inicial fora recirculado sobre o bagaço novamente durante o tempo necessário para apresentar-se visualmente clarificado, sem a presença de partículas em suspensão. A partir deste momento o mosto foi transferido para uma nova tina. Para remover os açúcares residuais, o bagaço de malte foi lavado com água a 75°C, utilizou-se para tal uma relação de 10 litros de água para cada quilograma inicial de malte, sendo o líquido escorrido da lavagem também transferido para a tina de fervura juntamente com o mosto inicial da recirculação, atingindo um volume próximo a dez litros de mosto. Utilizando refratômetro de 0 a 32° Brix da marca ATC (Figura 16), ao final da lavagem verificou-se as massas específicas dos mostos produzidos, a partir da leitura em graus Brix, utilizando a Tabela 2 fez-se a conversão para massa específica, estando ambas de acordo com os valores projetados na Tabela 1.

Figura 16 – Refratômetro.



Fonte: Do autor (2018)

Tabela 2 – Tabela de conversão de graus Brix para massa específica.

°Brix	Massa específica (g/mL)	°Brix	Massa específica (g/mL)
6,8	1,028	9,2	1,038
7,0	1,029	9,4	1,039
7,4	1,030	9,6	1,040
7,6	1,031	9,8	1,041
7,8	1,032	10,0	1,042

Fonte: Adaptado de Palmer (2006).

Na tina de fervura, sem agitação, o mosto foi aquecido até iniciar ebulição. Neste momento adicionou-se a massa de lúpulo e iniciou-se a cronometragem do tempo de fervura, passados vinte minutos coletou-se a primeira amostra de mosto lupulado, passados quarenta e sessenta minutos a segunda e terceira amostra, respectivamente. Em cada amostragem foram coletados 100 mL de mosto lupulado, acondicionados em garrafas de politereflalato de etileno (PET) de 350 mL e mantidos sob refrigeração até o momento da análise, seguindo as instruções do laboratório responsável. Todo o procedimento foi realizado em duplicata, totalizando desta forma doze amostras de mosto lupulado.

As análises de determinação de alfa-ácidos totais da variedade de lúpulo e as determinações de concentração de iso-alfa-ácidos das amostras de mosto foram realizadas pelo Laboratório de Tecnologia Cervejeira e Desenvolvimento (TECDEN), localizado na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, seguindo metodologias já estabelecidas.

3.2.1 Determinação de alfa-ácidos

A determinação de alfa-ácidos totais da variedade de lúpulo foi realizada a partir de metodologia estabelecida pela *American Society of Brewing Chemist*, método ASBC 6A, a partir de espectrofotometria. Para tal procedimento foram necessários 50 g da variedade de lúpulo. O laudo da análise encontra-se no Anexo A.

3.2.2 Determinação de iso-alfa-ácidos

A determinação de iso-alfa-ácidos nas amostras de mostos foi realizada seguindo metodologias estabelecidas pela *European Brewery Convention*, EBC 9.8, a partir de espectrofotometria. Para tal, foram necessários 100 mL de cada amostra de mosto a ser analisado. Os laudos das análises de iso-alfa-ácidos encontram-se no Anexo B.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do lúpulo

Os resultados de concentração de alfa-ácidos totais da variedade de lúpulo podem ser verificados na Tabela 3, juntamente com os valores de beta-ácidos totais e de *Hop Storage Index* (HSI), os quais não estão diretamente relacionados ao trabalho, porém são frequentes em análises de caracterização de lúpulos.

Tabela 3 – Resultados das análises de caracterização do lúpulo.

Parâmetros	Resultado	Unidade	Procedimento técnico	Método
Alfa-ácidos	11,4	%	ASBC Hops 6A, 8 e 12	Espectrofotometria
Beta-ácidos	7,2	%		
HSI (Hop Storage Index)	0,3	-		

Fonte: Adaptado de Relatório de ensaio CAL 088 – 2018 – TECDEN. Resultados obtidos através de médias de triplicatas (2018).

A determinação de HSI busca quantificar a taxa de degradação de alfa-ácidos e beta-ácidos de lúpulo em função do tempo. Por meio de espectrofotometria, alfa-ácidos e beta-ácidos são detectados em comprimentos de onda de 325 nm, enquanto compostos associados à sua oxidação são detectados em comprimento de onda de 275 nm. O resultado de HSI é determinado através da divisão do resultado de absorbância a 275 nm pelo resultado de absorbância a 325 nm. Resultados inferiores a 0,3 indicam boa qualidade do lúpulo avaliado,

resultados entre 0,3 e 0,4, indicam resultados de qualidade satisfatórios, porém sujeitos a atenção, enquanto resultados acima de 0,4 indicam baixa qualidade (CARPENTER, 2015).

O resultado encontrado para a concentração de alfa-ácidos mostra um valor inferior ao indicado na embalagem do produto, 12,5%. Esta perda é um fato comum, devido principalmente à oxidação do lúpulo quando em contato com o ar, exposto a luz, ou submetido a ambientes com temperaturas elevadas. Carpenter (2015) afirma que o oxigênio é o principal inimigo do lúpulo, responsável por sua degradação, causando perda não apenas de suas propriedades de amargor, como também de aroma. O autor indica que a matéria-prima deve ser armazenada em ambiente refrigerado e protegida da incidência de luz.

De acordo com Daniels (2000) a degradação de alfa-ácidos em determinadas variedades de lúpulos, quando conservados de forma inadequada, pode representar valores de até cinquenta por cento de perda em comparação ao momento de sua colheita, em média, para lúpulos mantidos em condições adequadas, a perda costuma ser inferior a vinte e cinco por cento. O resultado obtido através da caracterização do lúpulo Galena, utilizado para a realização do trabalho, indica uma perda de 8,8% de alfa-ácidos, considerando sua colheita no ano de 2016, passados aproximadamente um ano e seis meses, pode ser considerado baixo, indicando boa conservação e processamento do produto.

O trabalho de Darby et al. (2014) apresenta um comparativo relacionando às concentrações de alfa-ácidos e valores de HSI entre diversas variedades de lúpulos utilizados em grande escala nos Estados Unidos, entre tais a variedade Galena. O trabalho apresenta também um comparativo das concentrações de alfa-ácidos de cada variedade entre as safras de 2013 e 2014. Os resultados mostram o lúpulo Galena como uma das variedades com maiores concentrações de alfa-ácidos entre as analisadas, mostram também que os resultados encontrados nas safras 2013 e 2014 apresentam-se bastante próximos, indicando estabilidade e reprodutibilidade na produção desta variedade.

4.2 Concentrações de iso-alfa-ácidos

A Tabela 4 apresenta os resultados de concentrações de iso-alfa-ácidos nas amostras de mostos avaliados em relação às diferentes massas específicas e tempos de fervura. Os

valores descritos como concentração de iso-alfa-ácidos são correspondentes aos valores de IBU, sendo estes expressos em mg/L.

Tabela 4 – Resultados de concentrações de iso-alfa-ácidos dos mostos a 20, 40 e 60 minutos de fervura.

Mosto	Massa específica (g/mL)	Tempo de fervura (min)	Concentração de iso-alfa-ácidos (mg/L)
1	1,030	20	38
		40	44
		60	52
2	1,040	20	37
		40	42
		60	49

Fonte: Adaptado de relatório de ensaio RI 28 CN – CAW 002 - 2018 a CAW 013 - 2018 – TECDEN. Resultados de amostras de mosto preparados e analisados em duplicata e resultados analíticos médios de triplicatas (2018).

O procedimento completo, preparação de mostos com diferentes massas específicas e amostragens ao longo do processo, foi realizado em duplicata, apresentando resultados bastante próximos. Foram desconsiderados resultados relativos à amostra coletada na segunda preparação do Mosto 2, por apresentarem desvio em relação aos demais. Este desvio pode estar diretamente relacionado à adição de sacarose ao mosto visando correção de sua massa específica inicial, nas demais amostras de mostos a massa específica fora atingida somente a partir da maltose, extraída do grão de cevada malteada. Daniels (2000) explica que devido ao fato de a estrutura molecular da sacarose ser menor em relação à maltose, mostos a base de sacarose possuem maiores espaços intermoleculares, facilitando a isomerização dos alfa-ácidos.

Ao analisar os resultados da Tabela 4, observa-se que para os dois mostos, os valores de concentração de iso-alfa-ácidos aumentam em função do aumento do tempo de fervura. Sendo que os resultados do Mosto 2 apresentam valores 4,47% em média, inferiores em comparação ao Mosto 1. O trabalho desenvolvido por Pinto (2018) com o objetivo de avaliar o comportamento da variedade de lúpulo *Cascade* ao longo dos processos de fervura e fermentação de mosto cervejeiro, apresenta resultados similares, indicando além do aumento da concentração de iso-alfa-ácidos, a redução da concentração de alfa-ácidos em função do tempo de fervura. Os resultados do trabalho de Pinto (2018) foram obtidos a partir de avaliações de mosto entre intervalos de 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60 e 90 minutos de fervura.

De acordo Daniels (2000) e Hieronymus (2012) o tempo pelo qual o lúpulo é mantido sob fervura é a maior influência em relação às características finais de amargor de uma cerveja, com dez minutos de fervura atinge-se em média 10% de conversão de alfa em iso-alfa-ácidos, já com sessenta minutos de fervura este valor pode atingir os 30%. Hieronymus (2012) cita que apesar de os valores de conversão manterem-se crescentes ao longo do processo de fervura, não seguem uma taxa de crescimento linear em função do tempo.

4.3 Utilização de alfa-ácidos

Hall (1997) descreve o fator de “utilização” de alfa-ácidos de lúpulo. O termo refere-se ao percentual em relação ao total de alfa-ácidos ofertados convertidos a iso-alfa-ácidos durante o processo de fervura. A partir de estudos e coleta de dados o autor apresenta resultados que indicam uma “utilização” máxima de aproximadamente 30%, sendo este valor relativo a análises de cervejas ao final do processo. Com base nos resultados apresentados na Tabela 3, é possível calcular a “utilização” de alfa-ácidos durante o processo de fervura dos mostos, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Utilização de alfa-ácidos durante o processo de fervura do mosto.

Mosto	Tempo (min)	Utilização (%)
1	20	66,66
	40	77,19
	60	88,14
2	20	64,91
	40	73,68
	60	85,96

Fonte: Do autor (2018)

Os resultados de utilização de alfa-ácidos descritos na Tabela 4 seguem o mesmo padrão dos resultados de concentração de iso-alfa-ácidos, apresentados na Tabela 3. Verifica-se o aumento do percentual de utilização em função do aumento do tempo de fervura. Observa-se também resultados de utilização em média 3,2% inferiores para o Mosto 2, de maior massa específica, em relação ao Mosto 1, de menor massa específica.

Segundo Hieronymus (2012) a utilização de alfa-ácidos decresce em razão do aumento da massa específica do mosto, mostos com massas específicas elevadas apresentam resultados de utilização inferiores. De acordo com Daniels (2000), em uma comparação entre um mosto

com massa específica de 1,040 g/mL e outro com massa específica de 1,080 g/mL a diferença de utilização entre ambos pode chegar a 15%.

Palmer (2006) afirma que a utilização dos alfa-ácidos decresce com o aumento da massa específica, quanto maior a concentração de açúcares no mosto, maior a dificuldade na isomerização em iso-alfa-ácidos. O autor apresenta a tabela desenvolvida por *Tinseth*, elaborada a partir de dados experimentais, correlacionando tempos de fervura com massas específicas de mostos, estabelecendo fatores para cálculos de estimativa de concentração de iso-alfa-ácidos, conseqüentemente amargor, para a produção de uma cerveja.

O método de *Tinseth* é o mais utilizado por cervejeiros caseiros para cálculos referentes à estimativa de amargor final para suas cervejas, baseia-se na multiplicação da concentração, em gramas por litros, de lúpulo utilizado pela concentração de alfa-ácidos da variedade de lúpulo, multiplicando este resultado pelo valor encontrado na Tabela 5, a partir da relação entre o tempo de fervura e a densidade do mosto.

Tabela 5 – Correlações de *Tinseth* para cálculos de amargor.

Tempo de fervura (min)	Massa específica (g/mL)			
	1,030	1,040	1,050	1,060
0	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,055	0,050	0,046	0,042
10	0,100	0,091	0,084	0,076
15	0,137	0,125	0,114	0,105
20	0,167	0,153	0,140	0,128
25	0,192	0,175	0,160	0,147
30	0,212	0,194	0,177	0,162
35	0,229	0,209	0,191	0,175
40	0,242	0,221	0,202	0,185
45	0,253	0,232	0,212	0,194
50	0,263	0,240	0,219	0,200
55	0,270	0,247	0,226	0,206
60	0,276	0,252	0,231	0,211

Fonte: Adaptado de Palmer (2006)

Aplicando o método de *Tinseth* para estimar o resultado final de concentração de iso-alfa-ácidos, utilizando os fatores de correlação indicados na Tabela 5 para as respectivas concentrações dos mostos analisados. Para o Mosto 1 o resultado encontrado seria de 15,73 mg/L de iso-alfa-ácidos, para o Mosto 2, 14,36 mg/L de iso-alfa-ácidos. Estes resultados são

considerados indicativos de cervejas de amargor médio/baixo, encontrados em cervejas dos tipos Pilsen, Blond Ales, Golden Ales, entre outros.

O método de *Tinseth* teve sua coleta de dados baseada em testes em escala piloto, e a partir de informações fornecidas por pequenas cervejarias. A análise dos fatores encontrados por *Tinseth* mostra como de fato há interferência do tempo de fervura e da massa específica do mosto cervejeiro no resultado final de concentração de iso-alfa-ácidos, consequentemente nas características de amargor da cerveja.

O trabalho realizado por Elena et al. (2008) faz um comparativo entre as variedades de lúpulo *Warrior* e *Styrian Aurora*, avaliando suas concentrações iniciais de alfa-ácidos e sua conversão a iso-alfa-ácidos sob fervura em períodos de 60, 90 e 120 minutos, em mostos com massas específicas de 1,040; 1,048 e 1,056 g/mL. Os resultados descritos no trabalho com as duas variedades mostram o aumento da concentração de iso-alfa-ácidos em razão do aumento do tempo de fervura, como também a redução na concentração de isômeros em razão do aumento das massas específicas dos mostos analisados. O comportamento do processo mostrou-se similar entre as variedades de lúpulo avaliadas, sendo suas variações relacionadas à concentração inicial de alfa-ácidos.

4.4 Degradação de iso-alfa-ácidos

Os resultados de utilização de alfa-ácidos no presente trabalho apresentaram valores bastante acima do valor máximo descrito por Hall (1997), o que é explicado pelo fato de a determinação de iso-alfa-ácidos ter sido realizada antes do processo de fermentação, processo no qual há grande degradação de iso-alfa-ácidos.

O trabalho de Pinto (2018), mostra resultados significativos em relação à degradação de iso-alfa-ácidos durante o processo de fermentação, de acordo com o estudo a perda ocorre principalmente nos momentos finais da atividade fermentativa. De acordo com Daniels (2000) a perda de compostos iso-alfa-ácidos durante o processo de fermentação pode ocorrer por diversos motivos, entre eles, sua precipitação juntamente com as células de levedura ao final do processo, fato que pode ser intensificado ou minimizado de acordo com o número de células dosadas ao início da fermentação, quanto maior o número de células, maior o volume precipitado e decantado, consequentemente maior a perda de compostos amargos. Outro fato

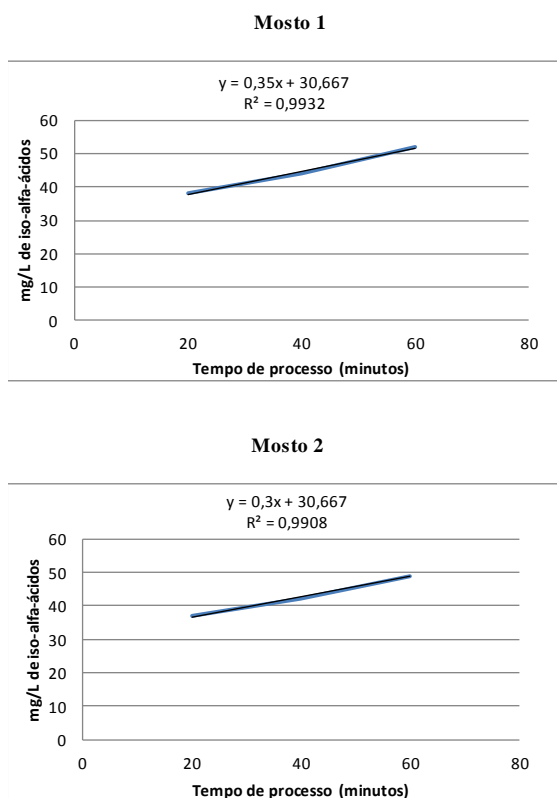
está relacionado com a massa específica inicial de fermentação do mosto, maior a massa específica, maior a oferta de nutrientes para a levedura, a qual atingirá uma maior taxa de reprodução, consequentemente gerando maior volume de precipitado. Processos de clarificação, filtragem, pasteurização e até mesmo o envelhecimento da cerveja após envasada ocasionam perdas de compostos iso-alfa-ácidos.

Schoemberger (2009) indica que há perda de iso-alfa-ácidos no *Trub* quente, momento ao final do processo de fervura quando ocorre a precipitação e decantação de materiais proteicos e resíduos de lúpulo do mosto fervido, após esta etapa, o mosto é resfriado e destinado à fermentação.

4.5 Correlações lineares entre as variáveis avaliadas

A partir dos resultados obtidos foram elaborados os gráficos relacionando as variáveis avaliadas para os mostos analisados, conforme Figura 17.

Figura 17 – Correlações lineares entre as variáveis para os Mostos 1 e 2.



Os resultados de correlação linear para os dois mostos avaliados apresentam-se bastante satisfatórios, $R^2 = 0,9932$ para o Mosto 1 e $R^2 = 0,9908$ para o Mosto 2, indicando relação direta entre as variáveis analisadas, tempo e massas específicas, representando confiabilidade nos resultados encontrados. A correlação entre as variáveis tempo e concentração de iso-alfa-ácidos é positiva, as variáveis aumentam ou diminuem proporcionalmente, uma em razão da outra.

Comparando as equações de ajuste dos dados experimentais dos Mostos 1 e 2, observa-se que se diferenciam somente em relação ao seu coeficiente angular, indicando a partir deste valor a interferência da massa específica do mosto analisado na conversão de alfa-ácidos em iso-alfa-ácidos ao longo do tempo de fervura.

5 CONCLUSÃO

Com base no exposto nos itens anteriores do trabalho, pode-se concluir que:

- A partir de uma formulação padrão, utilizando água e malte Pilsen foram produzidos dois mostos, Mosto 1 com massa específica de 1,030 g/mL e Mosto 2 com massa específica de 1,040 g/mL;
- A concentração de alfa-ácidos totais da variedade de lúpulo utilizada apresentou resultados próximos ao indicado pelo fabricante, a diferença se deve à degradação da matéria-prima ao longo do tempo e, em função de seu processamento e armazenamento;
- Os resultados de concentração de iso-alfa-ácidos nas amostras de mostos lupulados apresentaram resultados entre 35 e 55 mg/L ou 35 e 55 IBU's, variando em função das variáveis avaliadas;
- Os resultados de utilização de alfa-ácidos, determinados a partir da relação entre o total de alfa-ácidos adicionados ao processo e os resultados das concentrações de iso-alfa-ácidos das amostras de mosto lupulado, apresentaram valores entre 60 e 90%;
- Os resultados encontrados permitem concluir que existe relação direta entre tempo de fervura com a isomerização dos compostos alfa-ácidos do lúpulo, sendo a conversão favorecida pelo incremento do tempo, assim como há também interferência da massa

específica do mosto na conversão de alfa em iso-alfa-ácidos durante o processo de fervura, sendo a conversão dificultada em função do aumento da massa específica do mosto.

O trabalho realizado mostra que existem outras inúmeras variáveis que interferem diretamente no resultado final durante a produção de uma cerveja. Como sugestões para trabalhos futuros:

- Estudo sobre a degradação dos compostos iso-alfa-ácidos durante o processo de fermentação;
- Estudo sobre isomerização de alfa-ácidos em temperaturas abaixo de 80 °C, considerando adições de lúpulo durante o processo de *Whirlpool*;
- Influência da adição de lúpulo na etapa de *Dry Hopping* sobre compostos iso-alfa-ácidos.

REFERÊNCIAS

ABRACERVA. **Associação Brasileira de cerveja artesanal**. Disponível em <<http://abracerva.com.br/numero-de-cervejarias-artesanais-no-brasil-cresce-377-em-2017/>>. Acessado em 21/04/2018.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia na produção de alimentos**, vol. 4, 2013.

BRASIL. **Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento**. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/a-cerveja-no-brasil>>. Acessado em 21/04/2018.

BRASIL. **Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). Decreto nº 6871, de 4 de junho de 2009**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm>. Acessado em 25/02/2018.

BREWERS ASSOCIATION. Disponível em <<https://www.brewersassociation.org/statistics>>. Acessado em 28/04/2018.

CABALLERO, Isabel; BLANCO, Carlos A.; PORRAS, Maria. **Iso alfa-acids, bitterness and loss of beer quality during storage**. Departamento de ingeniería Agrícola y Florestal, Universidad de Valladolid, Spain, 2012.

CARPENTER, Dave; **How to Store Hops**. Disponível em <<https://beerandbrewing.com/how-to-store-hops/>>. Acessado em 24/09/2018.

DANIELS, Ray. **Designing Great Beers: The Ultimate Guide to Brewing Classic Beer Styles**. Brewers Publications, 2000.

DA SILVA, Paulo Henrique Alves; FARIA Fernanda Carolina. **Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais**. Bitterness Units and iso alfa-acids contents of some brands of Brazilian and North American beers. Ciência e tecnologia de alimentos, pg. 902-906, outubro/dezembro, Campinas, Brasil, 2008.

DYBOWSKI, Michal P.; TYPEK, Rafal; BERNACIK, Katarzyna; DAWIDOWICZ, Andrzej. **Isomerization of Bitter acids during the Brewing process**. Marie-Curie-Sktodowska University, Faculty of Chemistry, Department of Chromatographic Methods. Lublin, Poland, 2015.

ELENA, M.; MUSTE, S.; TOFANA, M; SOCACI S. A.; GOINA, V. **Improving the hop utilization in the beer biotechnology**. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. Volume 62, nº 2, 2008. Disponível em <<http://journals.usamvcluj.ro/index.php/agriculture/article/view/876>> Acessado em 09/10/2018.

GARAVAGLIA, Christian; SWINNEN, Johan. **Economics of the Craft Beer Revolution: A Comparative International Perspective**. Disponível em <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-58235-1_1> Acessado em 02/06/2018.

HAMPSON, Tim; **O Grande Livro da Cerveja**. Primeira edição, 2014.

HALL, Michael. **What's Your IBU?** Revista Zymurgy, Especial 1997, páginas 54 – 67, 1997.

HIERONYMUS, Stan. **For the love of hops; The practical guide to aroma, bitterness and the culture of hops**. Brewers Association, Boulder, Colorado. Primeira edição, 2012.

HINDY, Steve. **A revolução da cerveja artesanal; Como um grupo de microcervejeiros está transformando a bebida mais apreciada do mundo**. Primeira edição, 2014.

HUANG, Yarong; TIPPMANN, Johannes; BECKER, Thomas. **Kinetic modeling of hop acids during wort boiling**. International journal of bioscience, biochemistry and bioinformatics, vol. 3, n° 1, janeiro de 2013.

JASKULA, B., GOIRIS, K., ROUCK, G. de., AERTS, G., COOMAN, L. de. **Enhanced quantitative extraction and HPLC determination of hop and beer bitter acids**. The Institute of Brewing and Distilling, 2007.

KUNZE, Wolfgang; **Tecnología Para Cerveceros y Malteros**. Primeira edição, 2006.

MORADO, Ronaldo; **Larousse da Cerveja**. Primeira edição 2009.

OLIVER, Garret. **A mesa do mestre cervejeiro; Descobrindo os prazeres das cervejas e das comidas verdadeiras**. 2003.

PALMER, John J. **How to Brew**. Boulder Colorado, Brewers Publications, 2006.

PINTO, Mariana Barreto Carvalhal. **Isomerização de Ácidos Amargos de Lúpulo Cascade Cultivado no Brasil e seu Desempenho Durante a Fermentação da Cerveja**. Dissertação de Mestrado, Unicamp. Campinas, Brasil, 2018.

ROSA N. A.; AFONSO J. A. **A química da cerveja**, Química nova, vol. 37, n°2, pg. 98 a 105, São Paulo, SP, maio de 2015.

SCHOEMBERGER, Christina. **Hop Science Newsletter**. Barth-Hass Group, primeiro de maio de 2009.

VARNAM, A. H., SUTHERLAND, J.P. **Bebidas, Tecnologia, Química y Microbiología**; 1994.

WHITE, C.; ZAINASHEFF J. **Yeast, The practical guide to beer fermentation**. Brewers Association. Boulder, Colorado. Primeira edição, 2010.

WECKL, Alexander. **Lúpulo: Um Breve Tour**. Disponível em <http://www.beerplanet.com.br/downloads/BeerPlanet-Palestra_L%C3%BApulos-Alexander_Weckl.pdf> Acessado em 12/05/2018.

ANEXOS

ANEXO A – Laudo de análise de caracterização do Lúpulo.

 TECDEN <small>TECNOLOGIA E SERVIÇOS</small>	RELATÓRIO DE ENSAIO	CAL 088 - 2018
---	----------------------------	----------------

Solicitante: JONATHAN ALBERTO SPIES

Endereço: RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS

Identificação da Amostra: CAL 088 - 2018

Tipo de Amostras

☒ Lúpulo Pellet
 ☐ Lúpulo Extrato
☐ Lúpulo Flor

Safra	Variedade	Lote	Validade	Fornecedor	Outro
2016	GALENA	3035	Mar/2020	BARTH-HAAS GROUP	País de origem: EUA

Data do recebimento da amostra: 17/08/2018

Data da conclusão dos ensaios: 20/08/2018

Data da emissão do relatório: 22/08/2018

N° da Emissão: 00

PARÂMETROS	RESULTADO	UNIDADE	PROCEDIMENTO TÉCNICO	MÉTODO
α - ácidos	11,4	%	ASBC HOPS 6A, 8 e 12	Espectrofotometria
β - ácidos	7,2	%		
HSI (Hop Storage Index)	0,30	-		

Observações:

Os resultados reportados nesse relatório são restritos a amostra analisada;

Somente terá validade o relatório em sua totalidade. Não é permitido a reprodução parcial deste relatório;

Cópias adicionais devem ser solicitadas a Tecden Tecnologia LTDA;

A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por 5 dias após a emissão do relatório.



Signatário Autorizado

RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA

CRQ V - 05409180

TECDEN TECNOLOGIA LTDA – EPP

Beco José Paris, 675 - Módulo 17 - Porto Alegre (RS) - Brasil - CEP 91140-310 Fone: (51) 3356-3322

CNPJ: 13.598.737/0001-08

e-mail: laboratorio@tecden.com.br

ANEXO B – Laudos das análises de iso-alfa-ácidos nas amostras de Mostos Lupulados.

		RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro		RI 28 CN	
						Revisão		4	
						Data		06/08/2018	
DATA DE EMISSÃO			NÚMERO DE EMISSÃO			NÚMERO DO RELATÓRIO			
22/08/2018			00			CAW 002 - 2018 -			
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES							
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS							
Número de Identificação da Amostra			Data Recebimento da Amostra			Data da Conclusão dos Ensaio			
CAW 002 - 2018			17/08/2018			21/08/2018			
Tipo de Amostra			Marca			Nome-Estilo do Produto			
Mosto			-			Mosto Cervejeiro Lupulado			
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro			
-	-	13/08/2018	-	13:00	-	Identificação: 11A			
PARÂMETRO		RESULTADO		UNIDADE		MÉTODO		PRINCÍPIO	
Amargor		38		BU		Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010		Extração Espectrofotometria	
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>							

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP

Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322

CNPJ: 13.598.737/0001-08

website: www.tecden.com.br

e-mail: laboratorio@tecden.com.br




Signatário Autorizado

RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA

CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

	RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro	RI 28 CN
					Revisão	4
					Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO		
22/08/2018		00		CAW 003 - 2018 -		
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES				
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS				
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios		
CAW 003 - 2018		17/08/2018		21/08/2018		
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto		
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado		
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro
-	-	13/08/2018	-	13:30	-	Identificação: 11B
PARÂMETRO		RESULTADO		UNIDADE	MÉTODO	PRINCÍPIO
Amargor		44		BU	Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	Extração Espectrofotometria
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>				

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP

Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322

CNPJ: 13.598.737/0001-08

website: www.tecden.com.br

e-mail: laboratorio@tecden.com.br

Rodrigo Sant'Anna
 Signatário Autorizado
 RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA
 CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

	RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro	RI 28 CN
					Revisão	4
					Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO		
22/08/2018		00		CAW 004 - 2018		
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES				
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS				
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios		
CAW 004 - 2018		17/08/2018		21/08/2018		
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto		
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado		
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro
-	-	13/08/2018	-	14:00	-	Identificação: 11C
PARÂMETRO		RESULTADO	UNIDADE	MÉTODO	PRINCÍPIO	
Amargor		52	BU	Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	Extração Espectrofotometria	
Observações		Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.				

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP

Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322

CNPJ: 13.598.737/0001-08

website: www.tecden.com.br

e-mail: laboratorio@tecden.com.br


 Signatário Autorizado
 RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA
 CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

	RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro	RI 28 CN
					Revisão	4
					Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO		
22/08/2018		00		CAW 005 - 2018 -		
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES				
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS				
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios		
CAW 005 - 2018		17/08/2018		21/08/2018		
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto		
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado		
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro
-	-	14/08/2018	-	13:00	-	Identificação: 12 A
PARÂMETRO		RESULTADO		UNIDADE	MÉTODO	PRINCÍPIO
Amargor		37		BU	Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	Extracao Espectrofotometria
Observações		Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.				

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP

Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322

CNPJ: 13.598.737/0001-08

website: www.tecden.com.br

e-mail: laboratorio@tecden.com.br



Signatário Autorizado

RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA

CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

		RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro	RI 28 CN
						Revisão	4
						Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO			
22/08/2018		00		CAW 006 - 2018 -			
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES					
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS					
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios			
CAW 006 - 2018		17/08/2018		21/08/2018			
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto			
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado			
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro	
-	-	14/08/2018	-	13:30	-	Identificação: 12 B	
PARÂMETRO		RESULTADO		UNIDADE		MÉTODO	
Amargor		42		BU		Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>					

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP

Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322

CNPJ: 13.598.737/0001-08

website: www.tecden.com.br

e-mail: laboratorio@tecden.com.br

Rodrigo Sant'Anna
 Signatário Autorizado
 RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA
 CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

		RELATÓRIO DE ENSAIO		Registro	RI 28 CN
				Revisão	4
				Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO	
22/08/2018		00		CAW 007 - 2018 -	
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES			
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS			
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios	
CAW 007 - 2018		17/08/2018		21/08/2018	
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto	
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado	
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor
-	-	14/08/2018	-	14:00	-
Outro					
Identificação: 12 C					
PARÂMETRO		RESULTADO	UNIDADE	MÉTODO	PRINCÍPIO
Amargor		49	BU	Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	Extracao Espectrofotometria
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>			


TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP

Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322

CNPJ: 13.598.737/0001-08

website: www.tecden.com.br

e-mail: laboratorio@tecden.com.br



Signatário Autorizado

RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA

CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

		RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro	RI 28 CN
						Revisão	4
						Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO			
22/08/2018		00		CAW 008 - 2018 -			
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES					
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS					
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios			
CAW 008 - 2018		17/08/2018		21/08/2018			
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto			
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado			
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro	
-	-	15/08/2018	-	13:00	-	Identificação: 21 A	
PARÂMETRO		RESULTADO		UNIDADE	MÉTODO	PRINCÍPIO	
Amargor		38		BU	Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	Extração Espectrofotometria	
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>					

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP
 Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322
 CNPJ: 13.598.737/0001-08
 website: www.tecden.com.br e-mail: laboratorio@tecden.com.br


 Signatário Autorizado
 RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA
 CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

		RELATÓRIO DE ENSAIO		Registro	RI 28 CN
				Revisão	4
				Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO	
22/08/2018		00		CAW 009 - 2018 -	
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES			
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS			
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios	
CAW 009 - 2018		17/08/2018		21/08/2018	
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto	
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado	
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor
-	-	15/08/2018	-	13:30	-
Identificação: 21 B					
PARÂMETRO		RESULTADO	UNIDADE	MÉTODO	PRINCÍPIO
Amargor		44	BU	Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	Extração Espectrofotometria
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>			

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP

Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322
 CNPJ: 13.596.737/0001-08
 website: www.tecden.com.br e-mail: laboratorio@tecden.com.br


 Assinatura Autorizada
 RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA
 CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

	RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro	RI 28 CN
					Revisão	4
					Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO		
22/08/2018		00		CAW 010 - 2018 -		
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES				
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS				
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios		
CAW 010 - 2018		17/08/2018		21/08/2018		
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto		
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado		
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro
-	-	15/08/2018	-	14:00	-	Identificação: 21 C
PARÂMETRO		RESULTADO		UNIDADE	MÉTODO	PRINCÍPIO
Amargor		53		BU	Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	Extracao Espectrofotometria
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>				

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP
 Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322
 CNPJ: 13.598.737/0001-08
 website: www.tecden.com.br e-mail: laboratorio@tecden.com.br


 Signatário Autorizado
 RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA
 CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

		RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro	RI 28 CN
						Revisão	4
						Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO			
22/08/2018		00		CAW 011 - 2018 -			
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES					
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG Nº 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS					
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios			
CAW 011 - 2018		17/08/2018		21/08/2018			
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto			
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado			
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro	
-	-	16/08/2018	-	13:00	-	Identificação: 22 A	
PARÂMETRO		RESULTADO		UNIDADE		MÉTODO	
Amargor		41		BU		Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	
						Princípio Extração Espectrofotometria	
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>					

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP

Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322

CNPJ: 13.598.737/0001-08


website: www.tecden.com.br

e-mail: laboratorio@tecden.com.br

Rodrigo Sant'Anna
 Signatário Autorizado
 RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA
 CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01


	RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro	RI 28 CN
					Revisão	4
					Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO		
22/08/2018		00		CAW 012 - 2018 -		
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES				
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG Nº 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS				
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaio		
CAW 012 - 2018		17/08/2018		21/08/2018		
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto		
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado		
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro
-	-	16/08/2018	-	13:30	-	Identificação: 22 B
PARÂMETRO		RESULTADO		UNIDADE	MÉTODO	PRINCÍPIO
Amargor		44		BU	Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	Extração Espectrofotometria
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>				

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP
 Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322
 CNPJ: 13.598.737/0001-08
 website: www.tecden.com.br e-mail: laboratorio@tecden.com.br


 Signatário Autorizado
 RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA
 CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01

		RELATÓRIO DE ENSAIO				Registro	RI 28 CN
						Revisão	4
						Data	06/08/2018
DATA DE EMISSÃO		NÚMERO DE EMISSÃO		NÚMERO DO RELATÓRIO			
22/08/2018		00		CAW 013 - 2018 -			
SOLICITANTE:		JONATHAN ALBERTO SPIES					
ENDEREÇO:		RUA JACOB LANG N° 234 / APT. 104 - ROCA SALES - RS					
Número de Identificação da Amostra		Data Recebimento da Amostra		Data da Conclusão dos Ensaios			
CAW 013 - 2018		17/08/2018		21/08/2018			
Tipo de Amostra		Marca		Nome-Estilo do Produto			
Mosto		-		Mosto Cervejeiro Lupulado			
Lote	Validade	Data Coleta	Ponto de Coleta	Horário	Coletor	Outro	
-	-	16/08/2018	-	14:00	-	Identificação: 22 C	
PARÂMETRO		RESULTADO		UNIDADE	MÉTODO	PRINCÍPIO	
Amargor		49		BU	Analytica EBC - Metodo 9.8, 2010	Extracao Espectrofotometria	
Observações		<p>Os resultados reportados neste Relatório são restritos a amostra analisada. Somente terá validade o Relatório em sua totalidade. Não é permitida a reprodução parcial deste Relatório. Cópias adicionais devem ser solicitadas à TECDEN Tecnologia Ltda - EPP. A critério deste laboratório, as amostras poderão ser guardadas por até 5 dias após o término das análises. A amostragem é de responsabilidade do Solicitante.</p>					

TECDEN TECNOLOGIA LTDA - EPP

Beco José Paris, 675, Módulo 17 - Porto Alegre - RS - Brasil - CEP 91140-310 - Fone (51) 3356-3322

CNPJ: 13.596.737/0001-08

website: www.tecden.com.br

e-mail: laboratorio@tecden.com.br



Signatário Autorizado
 RODRIGO DA SILVA SANT'ANNA
 CRQ V - 05409180

Aprovado por: Coordenador Técnico

Pág 01/01